

## TP N°1

### Analyse spectrale,

### Illustration de la décomposition en série de Fourier

#### 11-Préliminaires

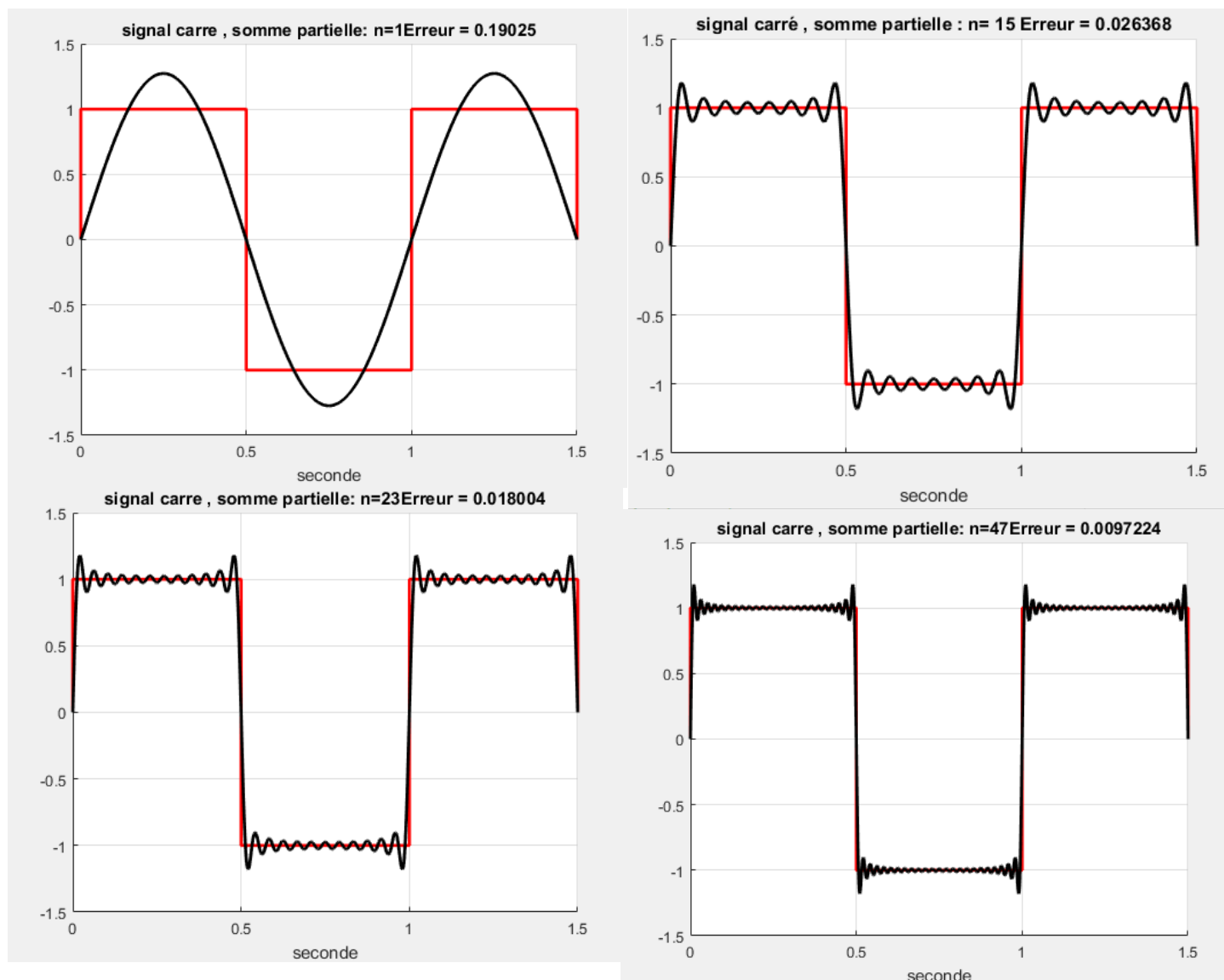
$$x(t) = \frac{4E}{\pi} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\sin((2k+1)2\pi Ft)}{(2k+1)}$$

$$A_k = \frac{4E}{\pi(2k+1)}$$

$$F_k = (2k+1)F$$

#### 12-Saisir le programme ci-dessous, comprendre son fonctionnement

```
%illustration de la decomposition en serie de fourier d'un signal carre
clc; clear all;clf;
t=linspace(0,1.5,1000);%generation d'un vecteur de 1000 points par pas de
1.5e-3
h=0;%initialisation de la serie de fourier
for n=1:2:200 %rang de l'harmonique a calculer
    x=[0,0,0.5,0.5,1.0,1.0,1.5,1.5,];
    y=[0,1,1,-1,-1,1,1,0];
    line (x,y,'color','r','linewidth',2) %Tracé d'un signal carré
    grid on;hold on;
    % calcul des composantes et somme pou séries e fourier
    harmonique=(4/(n*pi))*sin(2*pi*n*t); %harmonique de rang n
    h=h+harmonique; %somme des harmonique
    error=mean ((abs(h)-1).^2); %erreur entre DSF et signal carre
    plot(t,h,'k','linewidth',2)
    title (['signal carre , somme partielle: ', 'n=',num2str(n),'Erreur = ',
num2str(error)])
    xlabel('seconde')
    pause
    close (figure(1))
    if error<0.01
        break
    end
    clf
end
```



#### 14-Ecart entre signal carré et sa reconstruction à partir de la DSF

a)

Nous avons fais la somme des sinus qui sont nos « harmoniques » pour nous approchés du plus près du signal carré.

b)

n	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	47
Erreur	0.19	0.066	0.041	0.029	0.024	0.019	0.017	0.015	0.013	0.012	0.011	0.01	0.0097

c)

```
function [] = ex14()
n=[ 1 , 5 , 9 , 13 , 17 , 21 , 25 , 29 , 33 , 37 , 41 , 45 , 47]
Erreur =[0.19 , 0.066 , 0.041 , 0.029 , 0.024 , 0.019 , 0.017 , 0.015 , 0.013 , 0.012 , 0.011 , 0.01 , 0.0097]
plot(n,Erreur)
```

```

function [] = ex21()
%illustration de la décomposition en série de fourier d'un signal carré
clc; clear all; clf;
t=linspace(0,1.5,1000); %génération d'un vecteur de 1000 points par pas de
1.5e-3
h=0; %initialisation de la série de fourier
for n = 1:2:200
    X = [0,0,0.5,0.5,1.0,1.0,1.5,1.5];
    Y = [0,1,1,-1,-1,1,1,0];
    line(X,Y,'color','r','linewidth',2)
    grid on ; hold on;
    %calcul des co^mposantes et somme pour les séries de fourier
    harmoniques=(4/(n*pi))*sin(2*pi*n*t); %harmonique de rang n
    h=h+harmoniques; %somme des harmoniques
    error=mean ((abs(h)-1).^2); %erreur entre DSF et signalcarré
    plot (t,harmoniques,'k','linewidth',2)
    title(['signal carré , somme partielle : ','n= ', num2str(n), ' Erreur
= ', num2str(error)])
    xlabel('seconde')
    pause
    close(figure(1))
    if n>46
        break
    end
    clf
end
end

```

## 21-Saisir le programme ci-dessous

N	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	47
Fréquence	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	47
Amplitude Pratique	1.27	0.25	0.14	0.098	0.075	0.061	0.051	0.044	0.039	0.034	0.031	0.028	0.027
Amplitude Théorique	1.273	0.254	0.141	0.097	0.074	0.0606	0.051	0.043	0.038	0.034	0.031	0.0282	0.026

## Exercice 3 : spectre d'amplitude

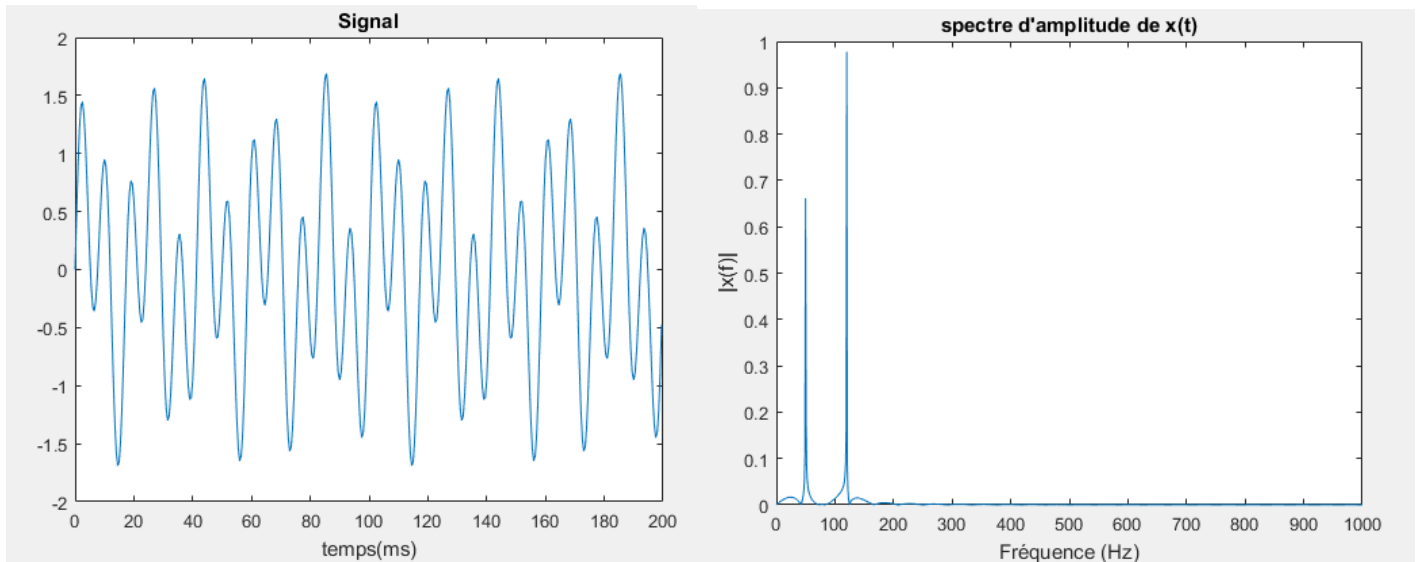
### 31-Application de la fonction spectre : somme des deux signaux sinusoïdaux

```

clear all
Fe= 2000; %frequence d'échantillonnage
Te=1/Fe; %période d'échantillonnage
T=1; %Durée du signal
N=T*Fe %nbr de points dans le signal
nfft=2048 %puissance de 2 proche de N
t=0:Te:T %Vesteur temps
x=0.7*sin(2*pi*50*t) + sin(2*pi*120*t); %calcul de x(t)
figure(1)
plot(1000*t(1:400),x(1:400)) %réprésentation d'un segment de x(t) en ms
title('Signal');
xlabel('temps (ms) ');

```

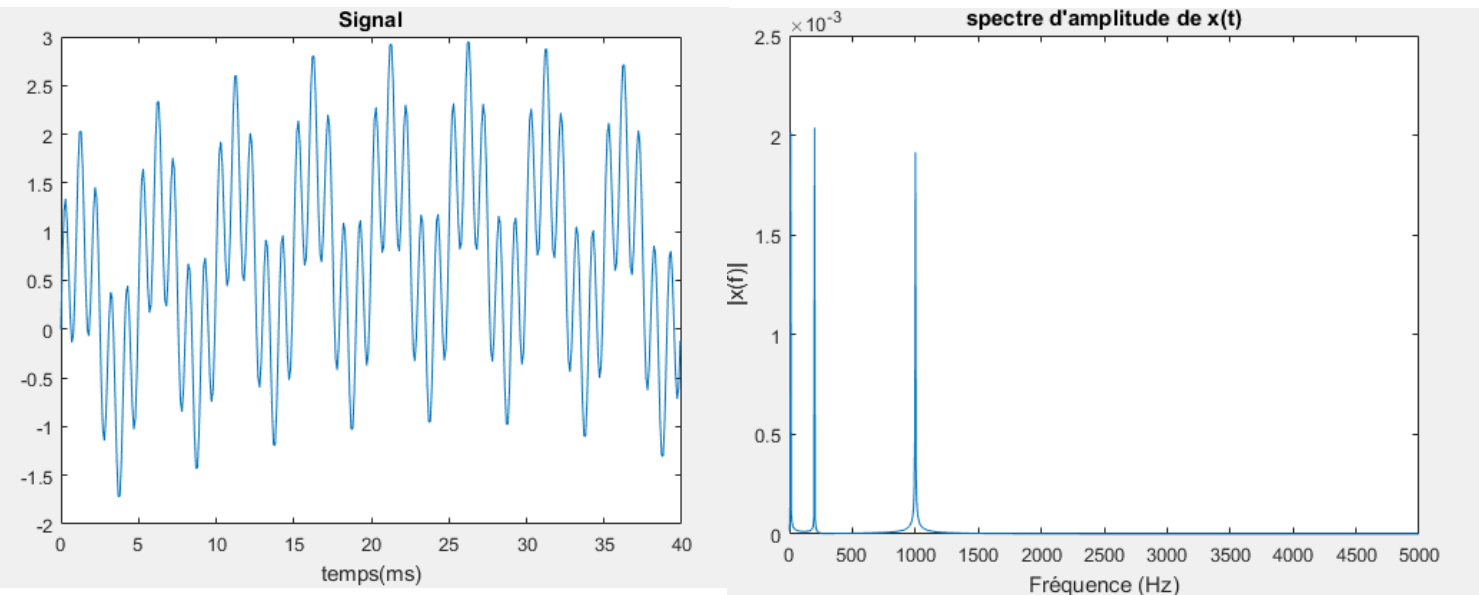
```
[f,pxx]=spectre(x ,Fe ,nfft ,N)           %calculdu spectre d'amplitude
figure(2)
plot(f,pxx)
title("spectre d'amplitude de x(t)");
xlabel('Fréquence (Hz) ');
ylabel(' |x(f)| ');
```



### 32-spectre d'un signal composite

a)

```
clear all
Fe= 10000;                               %frequence d'échantillonnage
Te=1/Fe;                                 %période d'échantillonnage
T=1;                                     %Durée du signal
N=T*Fe                                   %nbr de points dans le signal
nfft=2048                                %puissance de 2 proche de N
t=0:Te:T                                  %Vesteur temps
x=sin(2*pi*10*t) + sin(2*pi*200*t)+ sin(2*pi*1000*t);           %calcul de
x(t)
figure(1)
plot(1000*t(1:400),x(1:400))              %réprensentationd'un segment
de x(t) en ms
title('Signal');
xlabel('temps(ms) ');
[f,pxx]=spectre(x ,Fe ,nfft ,N)           %calculdu spectre
d'amplitude
figure(2)
plot(f,pxx)
title("spectre d'amplitude de x(t)");
xlabel('Fréquence (Hz) ');
ylabel(' |x(f)| ');
```



**Exercice 4 : Transportation fréquentielle**

**41-Etude théorique**

**411.**

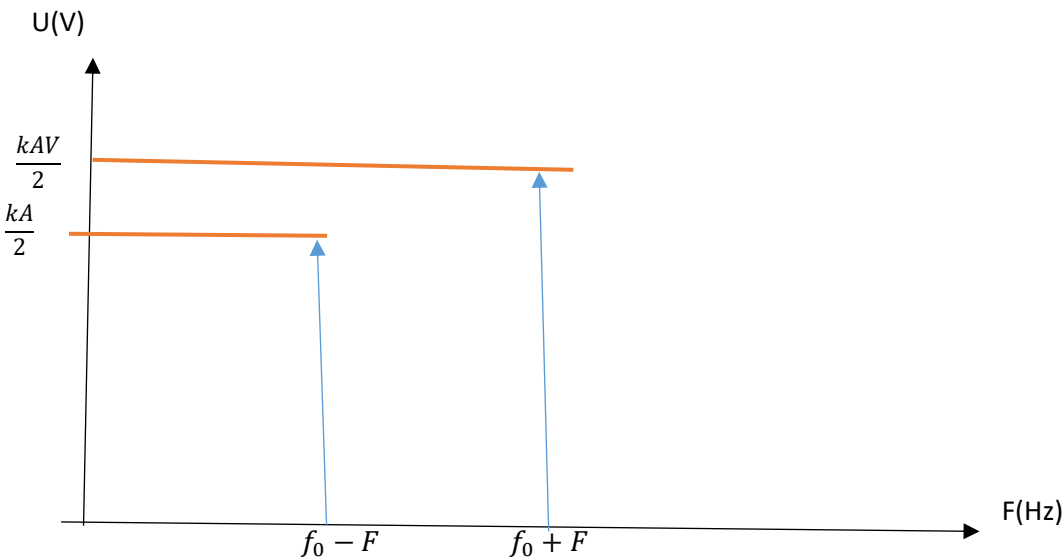
$$\cos a \times \cos b = \frac{1}{2} \cos(a + b) + \frac{1}{2} \cos(a - b)$$

$$v(t) = k \times m(t) \times p(t)$$

$$v(t) = k \times A \cos(2\pi Ft) + V \cos(2\pi F_0 t)$$

$$v(t) = \frac{kA}{2} \cos 2\pi (F + F_0)t + \frac{kAV}{2} \cos 2\pi (F_0 - F)t$$

$$v(t) = \frac{0.66 \times 1}{2} \cos 2\pi * (100 + 10000)t + \frac{0.66 \times 1 \times 3}{2} \cos 2\pi * (10000 - 100)t$$



**412)**

$$F_{\max} = f_0 + F = 10100 \text{ Hz}$$

$$T_e = \frac{1}{2 \times 10100} = 5 \times 10^{-5} \text{ s} = 50 \mu\text{s}$$

$$N = \frac{T}{T_e} = 20\,000$$

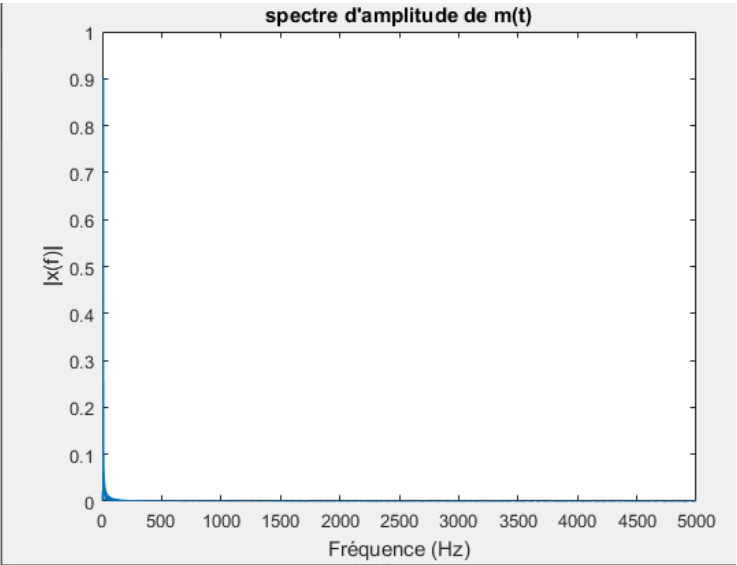
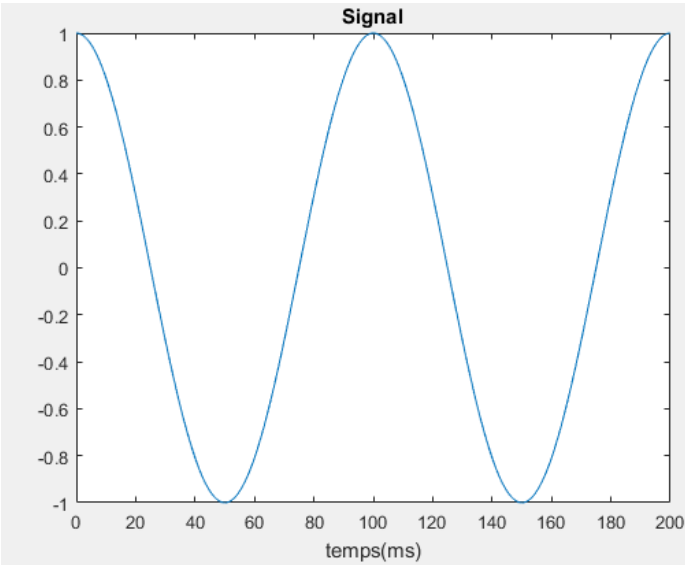
$$nfft = 2^n > N$$

$$nfft = 2^{15} = 32768$$

**42.**

**421-422.**

```
function []=a411()
fo=1000;
F=10;
Fe=10000;
Te=1/Fe;
V=3;
k=0.66;
A=1;
T=1;
N=T*Fe;
nfft=16384 %puissance de 2 proche de N
t=0:Te:T; %Vesteur temps
m=A*cos(2*pi*F*t)
%p=V*cos(2*pi*f*t)
%v=k*m*p
figure(1)
plot(1000*t(1:2000),m(1:2000)) %réprentation d'un
segment de x(t) en ms
title('Signal');
xlabel('temps (ms) ');
[f,pxx]=spectre(m,Fe,nfft,N) %calcul du spectre
d'amplitude
figure(2)
plot(f,pxx)
title("spectre d'amplitude de m(t)");
xlabel('Fréquence (Hz) ');
ylabel('|x(f)| ');
end
```



423.

```
function []=a411()
fo=1000;
F=10;
Fe=10000;
Te=1/Fe;
V=3;
k=0.66;
A=1;
T=1;
N=T*Fe;
nfft=16384 %puissance de 2 proche de N
t=0:Te:T; %Vesteur temps
m=A*cos(2*pi*F*t)
p=V*cos(2*pi*fo*t)
v=k*m.*p
figure(1)
hold on; %pour que les
plot prenne leur temps ppour les afficher bien
subplot(3,2,1)
plot(1000*t(1:8000),m(1:8000),'color','g')
%réprésentation d'un segment de m(t) en ms
title('Signal m');
xlabel('temps(ms)');
[f,pxm]=spectre(m,Fe,nfft,N) %calcul du spectre
d'amplitude de m
subplot(3,2,3)
plot(1000*t(1:500),p(1:500),'color','b')
%réprésentation d'un segment de p(t) en ms
title('Signal p');
xlabel('temps(ms)');
[f,pxp]=spectre(p,Fe,nfft,N) %calcul du spectre
d'amplitude de p
subplot(3,2,5)
plot(1000*t(1:1000),v(1:1000),'color','r')
%réprésentation d'un segment de v(t) en ms
title('Signal v');
xlabel('temps(ms)');
[f,pxx]=spectre(v,Fe,nfft,N) %calcul du spectre
d'amplitude de v
subplot(3,2,2)
plot(f,pxm,'color','g')
title("spectre d'amplitude de m(t)");
xlabel('Fréquence (Hz)');
ylabel('|m(f)|');
subplot(3,2,4)
plot(f,pxp,'color','b')
title("spectre d'amplitude de p(t)");
xlabel('Fréquence (Hz)');
ylabel('|p(f)|');
subplot(3,2,6)
plot(f,pxx,'color','r')
title("spectre d'amplitude de v(t)");
xlabel('Fréquence (Hz)');
ylabel('|v(f)|');
end
```



